

### **Список использованной литературы**

1. Овсепян, В. М. Гидравлические тараны и таранные установки. М., Машиностроение, 1968 – 124с.
2. Чистопольский, С. Д. Гидравлические тараны, М.-Л., 1936.
3. Гидравлический таран. БСЭ, т.6, М., «Советская энциклопедия», 1971, с. 467-468

**УДК 621.793**

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОМБИНИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ И ЛАЗЕРНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ**

**А.В. Миранович, к.т.н., доцент, В.Г. Мисько**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Непрерывный рост силовых и скоростных параметров машин и оборудования сопряжен с необходимостью повышения их качества, надежности и долговечности. Потеря работоспособности агрегатов и узлов сельскохозяйственной техники обусловлена, в большинстве случаев, процессами изнашивания рабочих поверхностей деталей [1, 2].

Одним из путей повышения долговечности быстроизнашиваемых поверхностей деталей сельскохозяйственной техники является нанесение износостойких покрытий. При этом в практике применения упрочняющих технологий установлено, что невозможно получить одновременное повышение всех свойств поверхностного слоя для всех условий эксплуатации [2]. Поэтому при производстве сельскохозяйственной техники перспективным направлением является упрочнение быстроизнашиваемых поверхностей комбинированными методами, позволяющими наносить износостойкие покрытия и их модифицировать [2, 3]. К их числу относится магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) композиционными ферромагнитными порошками (ФМП) в составе паст и последующая лазерная обработка нанесенного слоя. Применение пасты для комбинированной упрочняющей обработки обусловлено следующими

преимуществами: защитой расплава ФМП в рабочей зоне от воздействия окружающей среды; точным дозированием расхода ФМП; легированием наплавленного слоя необходимыми компонентами [4]. Следует отметить, что влияние лазерной обработки на качество (пористость, толщина) и износостойкость покрытий, полученных МЭУ с применением оптимального состава паст, ранее не изучалось.

В качестве связующего для пасты применялись два состава: состав №1 – эпоксидная смола ЭДП (ТУ 2395-001-49582674-99), растворенная в органическом растворителе марки 646 (ГОСТ 18188-72), и состав №2 – эпоксидная смола ЭДП, растворенная в жидком стекле (ТО РБ 02974150 – 015 – 99). Связующие этих составов применялись при изготовлении паст, включающих ФМП на основе железа, бора и хрома в качестве легирующих элементов (ФБХ-6-2).

Экспериментальные исследования проводились на образцах из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющих собой пластины с размерами 265×100×7. Образцы подвергались нормализации и обрабатывались до шероховатости поверхности  $Ra = 12,5$  мкм. Нанесение покрытий производилось устройством для магнитно-электрического упрочнения (мод. УМЭУ-1) на следующем режиме: сила технологического тока 100 А, величина магнитной индукции 0,7 Тл, рабочий зазор 2,0 мм, частота вращения оправки 30 об/мин, скорость подачи обрабатываемого изделия 15 мм/мин. Лазерная обработка покрытий на образцах выполнялась на СО<sub>2</sub>-лазере типа «Комета-2» мощностью 1 кВт на следующем режиме: диаметр пятна 1,0 мм; плотность мощности 0,2 Вт/м<sup>2</sup>; скорость луча 250 мм/мин. В результате проведенных экспериментальных исследований получены покрытия с характеристиками, приведенными в таблице.

Таблица – Характеристики покрытий, полученных комбинированным электромагнитным и лазерным упрочнением

Паста	Микротвёрдость, ГПа	Толщина упрочненного слоя, мм	Пористость покрытий, %
Состав №1	15,0	0,42	4,6
Состав №2	15,8	0,54	3,2

С целью проверки эффективности нанесения пасты состава №2 проводились сравнительные испытания износостойкости дисков сошника сеялки пневматической универсальной модели СПУ-6. Сравнивались диски, изготовленные по типовой технологии и технологии с упрочнением пастой.

На поверхность, обратной заточке, дисков наносились покрытия толщиной 0,4 – 0,6 мм и шириной 10 мм устройством для МЭУ и обрабатывались СО<sub>2</sub>-лазером типа «Комета-2» на оптимальных режимах [3, 4].

В процессе производственных испытаний (наработка сошников составила 450 га) установлено, что интенсивность изнашивания дисков сеялки, изготовленных по типовой технологии и комбинированной упрочняющей технологии с применением пасты состава №2, составила соответственно: 1,2 – 1,7 мм/100 га и 0,7 – 1,0 мм/100 га. Для каждой партии была определена дисперсия параметра износа дисков сошника. Анализ результатов сравнительных испытаний показал, что дисперсии партий по параметру линейного износа дисков серийных и упрочненных составили соответственно 12 % и 6 %. Разброс экспериментальных данных для комбинированной обработки свидетельствует о том, что процесс нанесения и последующего модифицирования покрытий является стабильным.

Установлено, что покрытие, полученное комбинированным электромагнитным и лазерным упрочнением, позволяет увеличить износостойкость дисков сошника в 1,5 раза по сравнению с дисками, изготовленными по типовой технологии.

### **Список использованной литературы**

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
2. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
3. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.
4. Акулович, Л.М. Структурообразование покрытий после магнитно-электрического упрочнения и лазерной обработки / Технология-Оборудование-Инструмент-Качество : материалы 33-ей Международной науч.-техн. конференции, 11 апреля 2018 г., г. Минск / Бизнессофт, 2018. – 182 с. – С. 107–109.